

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年9月13日(13.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/121337 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055986
- (22) 国際出願日: 2012年3月8日(08.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-050506 2011年3月8日(08.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立
大学法人静岡大学(NATIONAL UNIVERSITY
CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY) [JP/JP];
〒4228529 静岡県静岡市駿河区大谷836
Shizuoka (JP). 浜松ホトニクス株式会社(HAMA-
MATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡
県浜松市東区市野町1126番地の1 Shizuoka
(JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 川人 祥二
(KAWAHITO Shoji) [JP/JP]; 〒4328561 静岡県浜松
市中区城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大
学電子工学研究所内 Shizuoka (JP). 小川 広記
(OGAWA Hiroki) [JP/JP]; 〒4328561 静岡県浜松市

中区城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大学
電子工学研究所内 Shizuoka (JP). 鈴木 高志(SU-
ZUKI Takashi) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東
区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株
式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

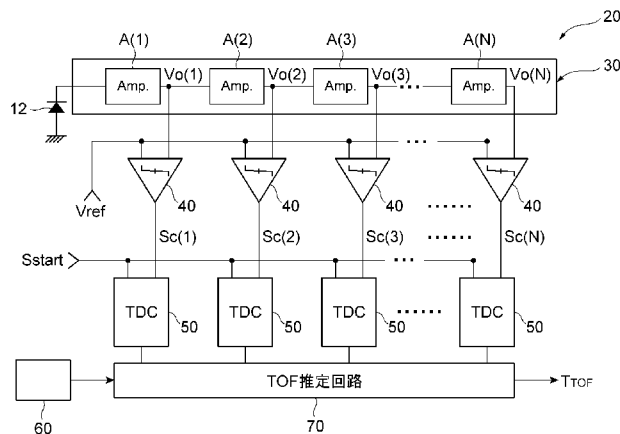
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT SIGNAL PROCESSING CIRCUIT AND DISTANCE MEASURING APPARATUS

(54) 発明の名称: 距離測定用の信号処理回路および距離測定装置

[図2]

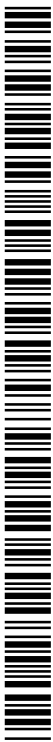


70 TOF ESTIMATING CIRCUIT

(57) Abstract: A signal processing circuit (20) comprises a multistage amplifying circuit (30), N comparing circuits (40), N time measuring circuits (50) and a TOF estimating circuit (70). The second to N-th stage amplifying circuits (A(2) to A(N)) in the multistage amplifying circuit (30) are non-inverting amplifying circuits. The TOF estimating circuit (70) calculates delay time differences $\{T_m(n) - T_m(n+1)\}$ from measured times $T_m(n)$ and $T_m(n+1)$ measured by the time measuring circuits (50), then estimates the magnitudes of measured signal current (I_p) on the basis of the delay time differences, thereafter estimates, on the basis of the magnitudes of the measured signal currents (I_p), delay times $T_d(n)$ included in the measured times $T_m(n)$, and subtracts the delay times $T_d(n)$ from the measured times $T_m(n)$, thereby calculating a flight time T_{TOP} . In this way, a wide distance range can be measured and the TOF can be measured with high precision.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/121337 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

信号処理回路 20 は、多段増幅回路 30、N 個の比較回路 40、N 個の時間測定回路 50、及び TOF 推定回路 70 を備える。多段増幅回路 30 の第 2 段ないし第 N 段の増幅回路 A (2) ~ A (N) は非反転増幅回路である。TOF 推定回路 70 は、時間測定回路 50 によって測定された測定時間 $T_m(n)$ 、 $T_m(n+1)$ から遅延時間差 $\{T_m(n) - T_m(n+1)\}$ を算出し、該遅延時間差に基づいて測定信号電流 I_p の大きさを推定したのち、測定信号電流 I_p の大きさに基づいて、測定時間 $T_m(n)$ に含まれる遅延時間 $T_d(n)$ を推定し、測定時間 $T_m(n)$ から遅延時間 $T_d(n)$ を減ずることによって飛行時間 T_{TOF} を算出する。これにより、広い距離範囲を測定でき、且つ TOF を高い精度で測定することができる。

明 細 書

発明の名称： 距離測定用の信号処理回路および距離測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、距離測定用の信号処理回路および距離測定装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、飛行時間 (Time of Flight ; T O F) 測定方式の測距装置が開示されている。この測距装置は、パルス光を出射する送信手段と、測距対象物において反射して戻ったパルス光を受光する受信手段とを備えており、送信時点から受信時点までの時間に基づいて測距対象物までの距離を測定する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2001-108747号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] T O F 方式による距離の測定は、測距対象物に光パルスを照射し、その反射光を検出し、測距対象物までの光の T O F を求めることにより行われる。具体的には、光検出素子が反射光を受光し、その光量に応じた大きさの電流（以下、測定信号電流という）を出力する。この測定信号電流は、増幅器によって電圧信号に変換されたのち、アナログ／デジタル変換回路に入力される。増幅器から出力される電圧信号の大きさが或る閾値に達すると、アナログ／デジタル変換回路は、この電圧信号を短い時間間隔でもってデジタル値に変換することにより、この電圧信号の時間波形を表すデータを作成する。そして、このデータから電圧信号の時間重心が算出され、この時間重心と光パルスの照射タイミングとの時間差に基づいて T O F が算出される。

[0005] しかしながら、上記方式によって測定される T O F には、光検出素子に反射光が入射してからデジタル値が生成されるまでの時間、すなわち回路内

での信号遅延に起因する遅延時間が含まれる。すなわち、測定されたTOF（以下、測定時間という） T_m は、下記の数式（1）によって表される。なお、 T_{TOF} は本来のTOF、 T_d は回路内での遅延時間である。

[数1]

$$T_m = T_{TOF} + T_d \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0006] 図11は、遅延時間 T_d と測定信号電流の対数值との関係の一例を示すグラフである。図11に示されるように、遅延時間 T_d は、測定信号電流が大きいほど短くなる傾向がある。したがって、近距離から遠距離までの広範囲が測定対象である場合には、反射光強度の変動すなわち測定信号電流の変動が大きくなり、遅延時間 T_d が測定距離によって大きく変動してしまう。このため、高精度のTOF測定が困難となる。

[0007] 本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、広い距離範囲を測定でき、且つTOFを高い精度で測定することができる距離測定用の信号処理回路および距離測定装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決するために、本発明による距離測定用の第1の信号処理回路は、測距対象物に向けて出射されたパルス光が測距対象物にて反射して戻るまでの飛行時間に基づく距離測定に用いられる信号処理回路であって、（1）互いに直列に接続された第1段ないし第N段の増幅回路（Nは2以上の整数）を有し、測距対象物において反射したパルス光の光強度に応じた大きさの測定信号電流を第1段の増幅回路の入力端に受ける多段増幅回路と、（2）第1段ないし第N段の増幅回路にそれぞれ接続され、対応する増幅回路から出力される測定信号電圧が基準電圧に達した場合に有意値を出力するN個の比較回路と、（3）パルス光の出射タイミングを示す信号と、N個の比較回路から出力される信号とを入力し、パルス光が出射されてから各比較回路の出力信号が有意値となるまでの各時間（以下、第1ないし第Nの測定時間という）を測定する時間測定回路と、（4）当該信号処理回路における信号遅延により各測定時間に含まれる遅延時間と測定信号電流との関係を

表す第1のデータ、並びに、一の測定時間に含まれる遅延時間と別の測定時間に含まれる遅延時間との差である遅延時間差と測定信号電流との関係を表す第2のデータを予め記憶する記憶部と、(5)第1ないし第Nの測定時間に基づいて飛行時間を算出する演算部とを備えている。多段増幅回路の第2段ないし第N段の増幅回路は非反転増幅回路によって構成されている。演算部は、時間測定回路によって測定された第1ないし第Nの測定時間のうち少なくとも二つの測定時間から遅延時間差を算出し、該遅延時間差と第2のデータとに基づいて測定信号電流の大きさを求めたのち、該測定信号電流の大きさと第1のデータとに基づいて、第1ないし第Nの測定時間のうち少なくとも一つの測定時間に含まれる遅延時間を求め、少なくとも一つの測定時間から遅延時間を減ずることによって飛行時間を算出する。

[0009] また、本発明による距離測定用の第2の信号処理回路は、測距対象物に向けて出射されたパルス光が測距対象物にて反射して戻るまでの飛行時間に基づく距離測定に用いられる信号処理回路であって、(1)互いに直列に接続された第1段ないし第N段の増幅回路(Nは2以上の整数)を有し、測距対象物において反射したパルス光の光強度に応じた大きさの測定信号電流を第1段の増幅回路の入力端に受ける多段増幅回路と、(2)第1段ないし第N段の増幅回路にそれぞれ接続され、対応する増幅回路から出力される測定信号電圧が基準電圧に達した場合に有意値を出力するN個の比較回路と、(3)パルス光の出射タイミングを示す信号と、N個の比較回路から出力される信号とを入力し、パルス光が出射されてから各比較回路の出力信号が有意値となるまでの各時間(以下、第1ないし第Nの測定時間という)を測定する時間測定回路と、(4)当該信号処理回路における信号遅延により各測定時間に含まれる遅延時間と測定信号電流との関係を表す第1のデータを予め記憶する記憶部と、(5)第1ないし第Nの測定時間に基づいて飛行時間を算出する演算部とを備えている。多段増幅回路の第2段ないし第N段の増幅回路は非反転増幅回路によって構成されている。演算部は、時間測定回路によって測定された第1ないし第Nの測定時間のうち少なくとも二つの測定時間

から、一の測定時間に含まれる遅延時間と別の測定時間に含まれる遅延時間との差である遅延時間差を算出し、第1のデータから求められる遅延時間差と測定信号電流との関係に基づいて測定信号電流の大きさを求めたのち、該測定信号電流の大きさと第1のデータとに基づいて第1ないし第Nの測定時間のうち少なくとも一つの測定時間に含まれる遅延時間を求め、少なくとも一つの測定時間から該遅延時間を減ずることによって飛行時間を算出する。

[0010] これらの信号処理回路では、反射光に基づく測定信号電流が多段増幅回路に入力されると、第1段の増幅回路によって測定信号電流が測定信号電圧に変換され、この測定信号電圧が第2段ないし第N段の増幅回路によって順次増幅される。そして、各段の増幅回路から出力された測定信号電圧は、各増幅回路に接続された比較回路にそれぞれ入力される。比較回路は、測定信号電圧が基準電圧を超えると、有意値を出力する。このとき、増幅回路はより後段に位置するほど大きな測定信号電圧を出力するので、後段の比較回路ほど有意値を早く出力する。したがって、N個の比較回路の間で有意値を出力するタイミングに差が生じる。この差は、時間測定回路から出力される第1ないし第Nの測定時間の差として現れる。

[0011] 後述するように、この測定時間の差は、一の測定時間に含まれる遅延時間と別の測定時間に含まれる遅延時間との差（遅延時間差）に等しい。したがって、上述した第1の信号処理回路のように、遅延時間差と測定信号電流との関係を表す第2のデータを予め用意しておくことによって、測定信号電流の大きさを求めることが可能となる。更に、遅延時間と測定信号電流との関係を表す第1のデータを予め用意しておくことによって、遅延時間を求めることが可能となる。そして、この遅延時間と測定時間との差を演算することにより、本来の正確なTOFを得ることができる。

[0012] 或いは、上述した第2の信号処理回路のように、遅延時間と測定信号電流との関係を表す第1のデータを予め用意しておくことによって、この第1のデータから遅延時間差と測定信号電流との関係を求め、この関係から測定信号電流の大きさを求めることが可能となる。更に、この第1のデータを使用

して測定信号電流の大きさから遅延時間を求めることが可能となる。そして、この遅延時間と測定時間との差を演算することにより、本来の正確なTOFを得ることができる。

[0013] また、これらの信号処理回路では、多段増幅回路が第1段ないし第N段の増幅回路を有している。このように複数の増幅回路が接続された構成によれば、入力された測定信号電流が微弱であっても、後段の増幅回路からは大きく増幅された測定信号電圧が出力される。したがって、測定信号電流が微弱である場合（すなわち測定距離が長い場合）、及び測定信号電流が大きい場合（すなわち測定距離が短い場合）のいずれにおいても測定時間を好適に測定し、正確なTOFを算出することができる。

[0014] このように、上述した距離測定用の第1及び第2の信号処理回路によれば、広い距離範囲を測定でき、且つTOFを高い精度で測定することができる。

[0015] また、これらの信号処理回路は、演算部が、測定信号電流と第1のデータとに基づいて、第1ないし第Nの測定時間のうち二以上の測定時間に含まれる遅延時間を求め、二以上の測定時間から遅延時間を減ずることによって二以上の飛行時間を算出したのち、二以上の飛行時間の平均値を算出してもよい。このような構成によって、更に正確なTOFを算出することができる。

[0016] また、本発明による距離測定装置は、測距対象物に向けて出射されたパルス光が測距対象物にて反射して戻るまでの飛行時間に基づいて測距対象物までの距離を測定する距離測定装置であって、（1）上述したいずれかの信号処理回路と、（2）測距対象物に向けてパルス光を出射する光出射部と、（3）測距対象物において反射したパルス光を受け、該パルス光の光強度に応じた大きさの測定信号電流を生成する光検出部とを備える。この距離測定装置によれば、上述したいずれかの信号処理回路を備えることによって、広い距離範囲を測定でき、且つTOFを高い精度で測定することができる。

発明の効果

[0017] 本発明による距離測定用の信号処理回路および距離測定装置によれば、広

い距離範囲を測定でき、且つ T O F を高い精度で測定することができる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]一実施形態に係る距離測定装置の構成を示す概略図である。
- [図2]信号処理回路の内部構成の一例を示す図である。
- [図3]多段増幅回路の具体的な構成例を示す回路図である。
- [図4]時間測定回路の具体的な構成例を示す回路図である。
- [図5]時間測定回路によって測定される測定時間の概念を説明するためのタイミングチャートであって、パルス光の時間波形、反射パルス光の時間波形、及び第1段ないし第3段の増幅回路から出力される測定信号電圧の時間波形が示されている。
- [図6] T O F 推定回路における T O F 算出方法を示すフローチャートである。
- [図7]互いに同じ特性を有する6個の増幅回路によって構成される6段増幅回路における、測定信号電流と遅延時間との関係の一例を示すグラフである。
- [図8]遅延時間差と測定信号電流との関係の一例を示すグラフである。
- [図9]遅延時間差から測定信号電流の大きさを推定する方法を概略的に示す図である。
- [図10]測定信号電流から遅延時間を推定する方法を概略的に示す図である。
- [図11]遅延時間と測定信号電流との関係の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0019] 以下、添付図面を参照しながら本発明による距離測定用の信号処理回路および距離測定装置の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。
- [0020] 図1は、本実施形態に係る距離測定装置の構成を示す概略図である。この距離測定装置10は、測距対象物Bに向けてパルス光P1を出射し、パルス光P1のうち測距対象物Bにおいて反射した光（反射パルス光）P2が戻るとその反射パルス光P2を検出し、パルス光P1の出射から反射パルス光P2の検出までの時間（T O F）に基づいて、測距対象物Bまでの距離を測定する装置である。図1に示されるように、この距離測定装置10は、測距対

象物Bに向けてパルス光P1を出射する光出射部11と、測距対象物Bにて反射した反射パルス光P2を受ける光検出部12とを備えている。光出射部11は、例えばレーザダイオードを含んで構成される。光検出部12は、例えばフォトダイオードを含んで構成され、反射パルス光P2の光強度に応じた大きさの測定信号電流I_pを生成する。

[0021] また、距離測定装置10は、光検出部12から出力された測定信号電流I_pを受けてTOFを算出する信号処理回路20を更に備えている。信号処理回路20は、測定信号電流I_pを電圧信号に変換したのち、この電圧信号を増幅する。そして、増幅後の電圧信号が基準電圧を超えるタイミングと、光出射部11からパルス光P1が出射されたタイミングとの差に基づいてTOFを算出する。

[0022] 図2は、信号処理回路20の内部構成の一例を示す図である。図2に示されるように、信号処理回路20は、多段増幅回路30と、N個（Nは2以上の整数）の比較回路（コンパレータ）40と、N個の時間測定回路50と、記憶部60と、TOF推定回路70とを備えている。

[0023] 多段増幅回路30は、第1段ないし第N段の増幅回路A(1)～A(N)を有している。これらの増幅回路A(1)～A(N)は、互いに直列に接続されている。換言すれば、増幅回路A(n)の信号出力端と、増幅回路A(n+1)の信号入力端とが互いに電氣的に接続されている。但し、nは1以上(N-1)以下の整数である。第1段の増幅回路A(1)の信号入力端には、光検出部12から測定信号電流I_pが入力される。

[0024] N個の比較回路40の信号入力端は、第1段ないし第N段の増幅回路A(1)～A(N)の信号出力端にそれぞれ電氣的に接続されている。また、これらの比較回路40には、互いに共通の基準電圧V_{ref}が入力される。これらの比較回路40は、対応する増幅回路A(1)、A(2)、・・・、又はA(N)から出力される電圧（以下、測定信号電圧という）V_o(1)、V_o(2)、・・・、又はV_o(N)が基準電圧V_{ref}に達した場合に、出力信号S_c(1)、S_c(2)、・・・、又はS_c(N)として有意な論理レベル

の値を出力する。

[0025] N個の時間測定回路50それぞれには、N個の比較回路40それぞれから出力される信号 $S_c(1) \sim S_c(N)$ が入力される。また、N個の時間測定回路50には、パルス光P1の出射タイミングを示す信号 S_{start} が入力される。この信号 S_{start} は、例えば光出射部11から各時間測定回路50へ提供される。N個の時間測定回路50それぞれは、これらの信号 $S_c(1) \sim S_c(N)$ 及び信号 S_{start} に基づいて、パルス光P1が出射されてから各比較回路40の出力信号 $S_c(1) \sim S_c(N)$ が有意値となるまでの各時間を測定する。なお、以下の説明において、パルス光P1が出射されてから出力信号 $S_c(k)$ が有意値となるまでの時間を「第kの測定時間 $T_m(k)$ 」という。但し、kは1以上N以下の整数である。

[0026] ここで、図3は、多段増幅回路30の具体的な構成例を示す回路図である。同図に示される多段増幅回路30において、第1段の増幅回路A(1)は、増幅器31及び積分容量素子32を含む積分回路によって構成されている。なお、積分容量素子32は増幅器31の反転入力端子と出力端子との間に接続されており、また、測定信号電流 I_p は増幅器31の反転入力端子に入力される。したがって、測定信号電流 I_p は積分容量素子32に蓄えられる。増幅器31の非反転入力端子の電位は基準電位 V_{CM} に設定される。このような構成により、増幅器31の出力端子では、測定信号電流 I_p の積分値に相当する電圧すなわち測定信号電圧 $V_o(1)$ が生成される。なお、積分容量素子32に蓄えられた電荷をリセットする為に、リセットスイッチ33が積分容量素子32と並列に接続されている。

[0027] 第2段ないし第N段の増幅回路A(2)～A(N)は、増幅器34、帰還容量素子35、及び負荷容量素子36を含む非反転増幅回路によって構成されている。帰還容量素子35は増幅器34の反転入力端子と出力端子との間に接続されており、負荷容量素子36は増幅器34の反転入力端子と接地電位線との間に接続されている。そして、前段の増幅回路A(1)、A(2)、・・・、又はA(N-1)からの測定信号電圧 $V_o(1)$ 、 $V_o(2)$ 、・

・ ・ ・、 $V_o(N-1)$ は、増幅器 34 の非反転入力端子に入力される。このような構成によって、これらの増幅回路 A (2) ~ A (N) の増幅器 34 の出力端子では、前段の増幅回路 A (1) ~ A (N-1) からの測定信号電圧 $V_o(1)$ ~ $V_o(N-1)$ が増幅された同相の測定信号電圧 $V_o(2)$ ~ $V_o(N)$ が生成される。なお、帰還容量素子 35 に蓄えられた電荷をリセットする為に、リセットスイッチ 37 が帰還容量素子 35 と並列に接続されている。

[0028] 図 4 は、時間測定回路 50 の具体的な構成例を示す回路図である。同図に示される時間測定回路 50 は、いわゆる TDC (Time to Digital Converter) 回路を含んでおり、複数の D 型フリップフロップ 51 と、互いに直列に接続された複数の遅延回路 52 と、エンコーダ 53 と、リファレンスクロック回路 54 と、カウンタ回路 55 と、処理回路 56 とを有している。リファレンスクロック回路 54 は、パルス光 P1 の出射タイミングを示す信号 S_{start} の入力に応じて動作を開始する。リファレンスクロック回路 54 から出力されるリファレンスクロック CLK は、初段の遅延回路 52 に入力される。各遅延回路 52 からは、順次遅延されたリファレンスクロックが出力される。これらのリファレンスクロックは各 D 型フリップフロップ 51 の D 端子に入力される。また、各 D 型フリップフロップ 51 の CK 端子には、比較回路 40 からの信号 $S_o(k)$ の有意な論理レベルへの変化に応じて立ち上がる信号が入力される。各 D 型フリップフロップ 51 の Q 出力は、エンコーダ 53 に提供される。これにより、信号 $S_o(k)$ の有意な論理レベルへの変化の時点で何れの遅延回路 52 がリファレンスクロックを出力しているかがエンコーダ 53 において特定される。一方、カウンタ回路 55 は、リファレンスクロック回路 54 から出力されるリファレンスクロック CLK をカウントする。カウンタ回路 55 から出力されるカウント信号は、処理回路 56 に入力される。処理回路 56 は、エンコーダ 53 から提供される情報と、カウンタ回路 55 からのカウント信号とに基づいて、パルス光 P1 が出射されてから比較回路 40 の出力信号 $S_o(k)$ が有意値となるまでの第 k の測定時間 $T_m(k)$ に相当するデジタルデータを生成する。

[0029] 図5は、時間測定回路50によって測定される測定時間の概念を説明するためのタイミングチャートである。図5には、パルス光P1の時間波形（グラフG1）と、反射パルス光P2の時間波形（グラフG2）と、第1段ないし第3段の増幅回路A(1)～A(3)から出力される測定信号電圧V_o(1)～V_o(3)の時間波形（グラフG3～G5）とが示されている。図5では、或る時刻t₁にパルス光P1が出射され、時刻t₂に反射パルス光P2が検出されている。時刻t₁から時刻t₂までの時間T_{TOF}が、真の飛行時間（TOF）である。また、測定信号電圧V_o(1)～V_o(3)は、或る時定数でもってなだらかに立ち上がる。これは、主に光検出部12（図2を参照）から比較回路40までの回路内を信号が通過する際に生じる遅延に起因している。測定信号電圧V_o(1)～V_o(3)は後段のものほど絶対値が大きくなるので、同一の時定数であれば、或る基準電圧V_{ref}に達するまでの時間（遅延時間）は後段のものほど早くなる。同図では、測定信号電圧V_o(1)～V_o(3)それぞれが基準電圧V_{ref}に達するまでの遅延時間T_d(1)～T_d(3)が示されており、T_d(1) > T_d(2) > T_d(3)である。

[0030] 時間測定回路50において測定される測定時間は、図5に示された真の飛行時間T_{TOF}と遅延時間T_d(1)～T_d(3)との和となる。すなわち、測定信号電圧V_o(1)について測定される測定時間T_m(1) = T_{TOF} + T_d(1)であり、測定信号電圧V_o(2)について測定される測定時間T_m(2) = T_{TOF} + T_d(2)であり、測定信号電圧V_o(3)について測定される測定時間T_m(3) = T_{TOF} + T_d(3)である。

[0031] 図2を再び参照する。TOF推定回路70は、本実施形態における演算部であり、N個の時間測定回路50から提供される第1ないし第Nの測定時間T_m(1)～T_m(N)に基づいて、TOFを算出する。図6は、TOF推定回路70におけるTOF算出方法を示すフローチャートである。以下、図6を参照しつつ、このTOF算出方法について詳細に説明する。

[0032] いま、第n段の増幅回路A(n)から出力される測定信号電圧V_o(n)に基づいて測定される測定時間T_m(n)は、次の数式(2)によって表される

。

[数2]

$$T_m(n) = T_{TOF} + T_d(n) \dots (2)$$

また、第 $(n+1)$ 段の増幅回路 $A(n+1)$ から出力される測定信号電圧 $V_o(n+1)$ に関する測定時間 $T_m(n+1)$ は、次の数式 (3) によって表される。

[数3]

$$T_m(n+1) = T_{TOF} + T_d(n+1) \dots (3)$$

[0033] 数式 (2) 及び (3) において、測距対象物 B までの距離は一定なので真の飛行時間 T_{TOF} は互いに等しい。したがって、数式 (2) と数式 (3) との差を求めると、次の数式 (4) のように、真の飛行時間 T_{TOF} に関する項を消去することができる。

[数4]

$$T_m(n+1) - T_m(n) = T_d(n+1) - T_d(n) \dots (4)$$

数式 (4) に示されるように、測定時間 $T_m(n+1)$ と測定時間 $T_m(n)$ との差は、遅延時間 $T_d(n+1)$ と遅延時間 $T_d(n)$ との差に等しい。

[0034] ここで、図 7 は、互いに同じ特性を有する 6 個の増幅回路 $A(1) \sim A(6)$ によって構成される 6 段増幅回路における、測定信号電流 I_p の対数値と遅延時間 $T_d(1) \sim T_d(6)$ との関係の一例を示すグラフである。同図において、グラフ $G11 \sim G16$ それぞれは、遅延時間 $T_d(1) \sim T_d(6)$ それぞれを示している。また、同図では、第 1 段の増幅回路 $A(1)$ の帰還容量 C_1 を 0.1 [pF] とし、測定信号電流 I_p のパルス幅を 10 [ns] とし、その測定信号電流 I_p の電流値を変化させながら、遅延時間 $T_d(1) \sim T_d(6)$ を測定した。

[0035] 図 7 に示されるように、測定信号電流 I_p の電流値が大きくなるほど、遅延時間 $T_d(1) \sim T_d(6)$ が短くなる傾向がある。また、同図のような測定信号電流 I_p と遅延時間 $T_d(n)$ との関係を予め取得しておけば、測定信

号電流 I_p から遅延時間 $T_d(n)$ を推定することが可能となる。

[0036] また、図8は、遅延時間 $T_d(1) \sim T_d(6)$ の相互の差と測定信号電流 I_p の対数値との関係の一例を示すグラフである。なお、遅延時間 $T_d(1) \sim T_d(6)$ の相互の差とは、例えば遅延時間 $T_d(1)$ と $T_d(2)$ との差（グラフG21）であり、遅延時間 $T_d(2)$ と $T_d(3)$ との差（グラフG22）であり、遅延時間 $T_d(3)$ と $T_d(4)$ との差（グラフG23）であり、遅延時間 $T_d(4)$ と $T_d(5)$ との差（グラフG24）であり、遅延時間 $T_d(5)$ と $T_d(6)$ との差（グラフG25）である。図8においても図7と同様に、測定信号電流 I_p が大きくなるほど遅延時間差が短くなる傾向がある。

[0037] 図8から明らかなように、遅延時間差と測定信号電流 I_p との関係を予め取得しておけば、遅延時間差から測定信号電流 I_p の大きさを推定することが可能となる。前述したように、測定時間 $T_m(n+1)$ と測定時間 $T_m(n)$ との差は、遅延時間 $T_d(n+1)$ と遅延時間 $T_d(n)$ との差に等しい。また、測定時間 $T_m(n+1)$ と測定時間 $T_m(n)$ との差は、時間測定回路50における測定結果から容易に算出される。

[0038] そこで、本実施形態では、図7のように遅延時間 $T_d(n)$ と測定信号電流 I_p との関係を表す第1のデータ、及び図8のように遅延時間差と測定信号電流 I_p との関係を表す第2のデータを、記憶部60に予め記憶させる。そして、TOF推定回路70は、時間測定回路50から提供された測定時間 $T_m(1) \sim T_m(N)$ のうち少なくとも二つの測定時間 $T_m(n)$ 及び $T_m(n+1)$ から、遅延時間差 $\{T_d(n+1) - T_d(n)\}$ を算出する（図6のステップS11）。その後、TOF推定回路70は、記憶部60に記憶された第2のデータを用いて、図9に示されるように、遅延時間差 $\{T_d(n+1) - T_d(n)\}$ から測定信号電流 I_p の大きさを推定する（図6のステップS12）。TOF推定回路70は、記憶部60に記憶された第1のデータを用いて、図10に示されるように、この推定した測定信号電流 I_p から遅延時間 $T_d(n)$ 又は $T_d(n+1)$ を推定する（ステップS13）。最後に、T

OF 推定回路 70 は、次の数式 (5) に示されるように、推定した遅延時間 $T_d(n)$ 又は $T_d(n+1)$ を測定時間 $T_m(n)$ 又は $T_m(n+1)$ から減ずることによって、正確な飛行時間 T_{TOF} を算出する (ステップ S14)。

[数5]

$$T_{TOF} = T_m(n) - T_d(n) \dots (5)$$

[0039] なお、上記の例では第 $(n+1)$ 段及び第 n 段の各増幅回路 $A(n+1)$, $A(n)$ からの測定信号電圧 $V_o(n+1)$, $V_o(n)$ に基づいて飛行時間 T_{TOF} を算出しているが、測定信号電圧の組み合わせはこれに限られず、 N 個の増幅回路 $A(1) \sim A(N)$ のうち任意の二つの増幅回路から出力される測定信号電圧に基づいて、同様の手順により飛行時間 T_{TOF} を求めることができる。

[0040] また、理想的には、測定信号電圧のどのような組み合わせであっても算出される飛行時間 T_{TOF} は等しくなる筈である。しかしながら、実際には、デジタル変換の際の量子化誤差などが影響し、測定信号電圧の組み合わせによって飛行時間 T_{TOF} にばらつきが生じてしまう。そこで、TOF 推定回路 70 は、測定信号電流 I_p と第 1 のデータとに基づいて、測定時間 $T_m(1) \sim T_m(N)$ のうち二以上の測定時間 $T_m(p)$, $T_m(q)$ (但し、 p, q は 1 以上 N 以下の整数であり、 $p \neq q$) に含まれる遅延時間 $T_d(p)$, $T_d(q)$ を求め、二以上の測定時間 $T_m(p)$, $T_m(q)$ から該遅延時間 $T_d(p)$, $T_d(q)$ を減ずることによって二以上の飛行時間 T_{TOF} を算出したのち、これらの平均値を算出してもよい。より好ましくは、次の数式 (6) に示されるように、全ての測定時間 $T_m(1) \sim T_m(N)$ と遅延時間 $T_d(1) \sim T_d(N)$ との差の平均値を、飛行時間 T_{TOF} として求めるとよい。これにより、更に正確な飛行時間 T_{TOF} を求めることができる。

[数6]

$$T_{TOF} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \{T_m(n) - T_d(n)\} \dots (6)$$

[0041] 以上に説明したように、本実施形態の信号処理回路 20 によれば、回路部

分の信号遅延に起因する遅延時間を計測時間から好適に除去することができるので、飛行時間 T_{TOF} を高い精度で測定することができる。また、この信号処理回路 20 では、多段増幅回路 30 が第 1 段ないし第 N 段の増幅回路 A (1) ~ A (N) を有している。このように複数の増幅回路が接続された構成によって、入力された測定信号電流 I_p が微弱であっても、後段の増幅回路からは大きく増幅された測定信号電圧が出力される。したがって、測定信号電流 I_p が微弱である場合（すなわち測定距離が長い場合）、及び測定信号電流 I_p が大きい場合（すなわち測定距離が短い場合）のいずれにおいても測定時間を好適に測定し、正確な飛行時間 T_{TOF} を算出することができる。

[0042] 多段増幅回路 30 によるこのようなダイナミックレンジの拡大効果について、更に詳細に説明する。多段増幅回路 30 に入力された測定信号電流 I_p は、積分回路として構成された第 1 段の増幅回路 A (1) によって反転増幅される。このとき、第 1 段の増幅回路 A (1) から出力される測定信号電圧 $V_o(1)$ は、次の数式 (7) のように表される。なお、数式 (7) において、 C_{f1} は第 1 段の増幅回路 A (1) の帰還容量値である。

[数7]

$$V_o(1) = \frac{1}{C_{f1}} \int I_p dt \dots (7)$$

[0043] また、非反転増幅回路として構成された第 2 段の増幅回路 A (2) には、第 1 段の増幅回路 A (1) からの測定信号電圧 $V_o(1)$ がそのまま入力される。第 2 段の増幅回路 A (2) からの測定信号電圧 $V_o(2)$ は、次の数式 (8) のように表される。なお、数式 (8) において、 C_{f2} は第 2 段の増幅回路 A (2) の帰還容量値、 C_{i2} は第 2 段の増幅回路 A (2) の負荷容量値である。

[数8]

$$V_o(2) = \frac{C_{i2} + C_{f2}}{C_{f2}} V_o(1) \dots (8)$$

数式（８）から明らかなように、第２段の増幅回路Ａ（２）における増幅率は、帰還容量値 C_{f2} 及び負荷容量値 C_{i2} によって定まる。

[0044] 第３段以降の増幅回路Ａ（３）～Ａ（Ｎ）から出力される測定信号電圧 V_o （３）～ V_o （Ｎ）は、前段の増幅回路から出力された電圧を反転させずに増幅するので、測定信号電圧 V_o （１）と同相となる。第Ｎ段の増幅回路Ａ（Ｎ）から出力される測定信号電圧 V_o （Ｎ）は、次の数式（９）のように表される。なお、数式（９）において、 C_{fN} は第Ｎ段の増幅回路Ａ（Ｎ）の帰還容量、 C_{iN} は第Ｎ段の増幅回路Ａ（Ｎ）の負荷容量値、 C_N は C_{fN} 及び C_{iN} から算出される合成容量比である。

[数9]

$$V_o(N) = \frac{C_{iN} + C_{fN}}{C_{fN}} V_o(N-1) = C_N V_o(N-1)$$

$$= C_N C_{N-1} C_{N-2} \cdots C_2 \frac{1}{C_{f1}} \int I_p dt \quad \dots (9)$$

数式（９）から明らかなように、第Ｎ段の増幅回路Ａ（Ｎ）の測定信号電圧 V_o （Ｎ）は、第２段ないし第Ｎ段の増幅回路Ａ（２）～Ａ（Ｎ）の合成容量比 $C_2 \sim C_N$ と、第１段の増幅回路Ａ（１）の測定信号電圧 V_o （１）との積によって算出される。

[0045] このように、複数の非反転増幅回路を多段に接続することにより、測定信号電流 I_p が微弱であっても、後段の増幅回路Ａ（Ｎ）では測定信号電圧 V_o （Ｎ）を大きく増幅することができる。したがって、本実施形態のような多段増幅回路３０によれば、反射パルス光 P_2 が微弱である場合（すなわち測定距離が長い場合）、及び反射パルス光 P_2 が強い場合（すなわち測定距離が短い場合）のいずれにおいても、測定時間 T_m （１）～ T_m （Ｎ）のうち少なくとも二つを好適に測定し、飛行時間 T_{TOF} を算出することができる。

[0046] なお、先に述べた図７に示されたグラフ $G11 \sim G16$ は、第２段以降の増幅回路Ａ（２）～Ａ（６）の合成容量比 $C_2 \sim C_6$ が１となるように多段

増幅回路30を作製して、各遅延時間 $T_d(1) \sim T_d(6)$ を測定した結果である。図7を参照すると、6段増幅回路によって、10[nA]から1[mA]までといった5桁にわたる範囲の測定信号電流 I_p を検出することが可能となっている。また、第6段の増幅回路A(6)における遅延時間 $T_d(6)$ に着目すると、測定信号電流が100[μ A]を越える領域では、測定信号電流 I_p に対する遅延時間 $T_d(6)$ の変化が小さくなっている。これは、第6段の増幅回路A(6)が飽和していることを示す。なお、このような場合であっても、飽和していない他の増幅回路A(1)~A(5)からの測定信号電圧 $V_o(1) \sim V_o(5)$ を用いることによって、一つの測定信号電流 I_p に対して複数の測定時間 $T_m(1) \sim T_m(5)$ を取得することができ、これらの測定時間 $T_m(1) \sim T_m(5)$ に基づいて飛行時間 T_{TOF} を求めることができる。

[0047] 本発明による距離測定用の信号処理回路および距離測定装置は、上述した実施形態に限られるものではなく、他に様々な変形が可能である。例えば、上記実施形態では多段増幅回路の第1段の増幅回路が反転型の構成を有しているが、第1段の増幅回路は非反転型であってもよい。

[0048] また、上記実施形態では遅延時間差と前記測定信号電流との関係を表す第2のデータを記憶部が予め記憶しており、演算部は、算出した遅延時間差と第2のデータとに基づいて測定信号電流の大きさを求めている。しかしながら、遅延時間と測定信号電流との関係を表す第1のデータのみが記憶部に記憶されている場合であっても、演算部は、この第1のデータから遅延時間差と測定信号電流との関係(図9参照)を演算により求めることができるので、この関係から測定信号電流の大きさを求めることが可能となる。

産業上の利用可能性

[0049] この発明は、広い距離範囲を測定でき、且つTOFを高い精度で測定することができる距離測定用の信号処理回路および距離測定装置として利用可能である。

符号の説明

[0050] 10…距離測定装置、11…光出射部、12…光検出部、20…信号処理回路、30…多段増幅回路、31, 34…増幅器、32…積分容量素子、35…帰還容量素子、36…負荷容量素子、40…比較回路、50…時間測定回路、51…D型フリップフロップ、52…遅延回路、53…エンコーダ、54…リファレンスクロック回路、55…カウンタ回路、56…処理回路、60…記憶部、70…TOF推定回路、A(1)～A(N)…増幅回路、B…測距対象物、CLK…リファレンスクロック、I_p…測定信号電流、P1…パルス光、P2…反射パルス光、V_o(1)～V_o(N)…測定信号電圧、V_{ref}…基準電圧。

請求の範囲

[請求項1] 測距対象物に向けて出射されたパルス光が前記測距対象物にて反射して戻るまでの飛行時間に基づく距離測定に用いられる信号処理回路であって、

互いに直列に接続された第1段ないし第N段の増幅回路（Nは2以上の整数）を有し、前記測距対象物において反射した前記パルス光の光強度に応じた大きさの測定信号電流を前記第1段の増幅回路の入力端に受ける多段増幅回路と、

前記第1段ないし第N段の増幅回路にそれぞれ接続され、対応する前記増幅回路から出力される測定信号電圧が基準電圧に達した場合に有意値を出力するN個の比較回路と、

前記パルス光の出射タイミングを示す信号と、前記N個の比較回路から出力される信号とを入力し、前記パルス光が出射されてから各比較回路の出力信号が前記有意値となるまでの各時間（以下、第1ないし第Nの測定時間という）を測定する時間測定回路と、

当該信号処理回路における信号遅延により各測定時間に含まれる遅延時間と前記測定信号電流との関係を表す第1のデータ、並びに、一の前記測定時間に含まれる前記遅延時間と別の前記測定時間に含まれる前記遅延時間との差である遅延時間差と前記測定信号電流との関係を表す第2のデータを予め記憶する記憶部と、

前記第1ないし第Nの測定時間に基づいて前記飛行時間を算出する演算部とを備え、

前記多段増幅回路の前記第2段ないし第N段の増幅回路が非反転増幅回路によって構成されており、

前記演算部は、前記時間測定回路によって測定された前記第1ないし第Nの測定時間のうち少なくとも二つの前記測定時間から前記遅延時間差を算出し、該遅延時間差と前記第2のデータとに基づいて前記

測定信号電流の大きさを求めたのち、該測定信号電流の大きさと前記第1のデータとに基づいて前記第1ないし第Nの測定時間のうち少なくとも一つの前記測定時間に含まれる前記遅延時間を求め、前記少なくとも一つの前記測定時間から該遅延時間を減ずることによって前記飛行時間を算出する

ことを特徴とする、距離測定用の信号処理回路。

[請求項2]

測距対象物に向けて出射されたパルス光が前記測距対象物にて反射して戻るまでの飛行時間に基づく距離測定に用いられる信号処理回路であって、

互いに直列に接続された第1段ないし第N段の増幅回路（Nは2以上の整数）を有し、前記測距対象物において反射した前記パルス光の光強度に応じた大きさの測定信号電流を前記第1段の増幅回路の入力端に受ける多段増幅回路と、

前記第1段ないし第N段の増幅回路にそれぞれ接続され、対応する前記増幅回路から出力される測定信号電圧が基準電圧に達した場合に有意値を出力するN個の比較回路と、

前記パルス光の出射タイミングを示す信号と、前記N個の比較回路から出力される信号とを入力し、前記パルス光が出射されてから各比較回路の出力信号が前記有意値となるまでの各時間（以下、第1ないし第Nの測定時間という）を測定する時間測定回路と、

当該信号処理回路における信号遅延により各測定時間に含まれる遅延時間と前記測定信号電流との関係を表す第1のデータを予め記憶する記憶部と、

前記第1ないし第Nの測定時間に基づいて前記飛行時間を算出する演算部と

を備え、

前記多段増幅回路の前記第2段ないし第N段の増幅回路が非反転増幅回路によって構成されており、

前記演算部は、前記時間測定回路によって測定された前記第1ないし第Nの測定時間のうち少なくとも二つの前記測定時間から、一の前記測定時間に含まれる前記遅延時間と別の前記測定時間に含まれる前記遅延時間との差である遅延時間差を算出し、前記第1のデータから求められる前記遅延時間差と前記測定信号電流との関係に基づいて前記測定信号電流の大きさを求めたのち、該測定信号電流の大きさと前記第1のデータとに基づいて前記第1ないし第Nの測定時間のうち少なくとも一つの前記測定時間に含まれる前記遅延時間を求め、前記少なくとも一つの測定時間から該遅延時間を減ずることによって前記飛行時間を算出する

ことを特徴とする、距離測定用の信号処理回路。

[請求項3] 前記演算部が、前記測定信号電流と前記第1のデータとに基づいて、前記第1ないし第Nの測定時間のうち二以上の前記測定時間に含まれる前記遅延時間を求め、前記二以上の測定時間から該遅延時間を減ずることによって二以上の前記飛行時間を算出したのち、前記二以上の飛行時間の平均値を算出することを特徴とする、請求項1または2に記載の距離測定用の信号処理回路。

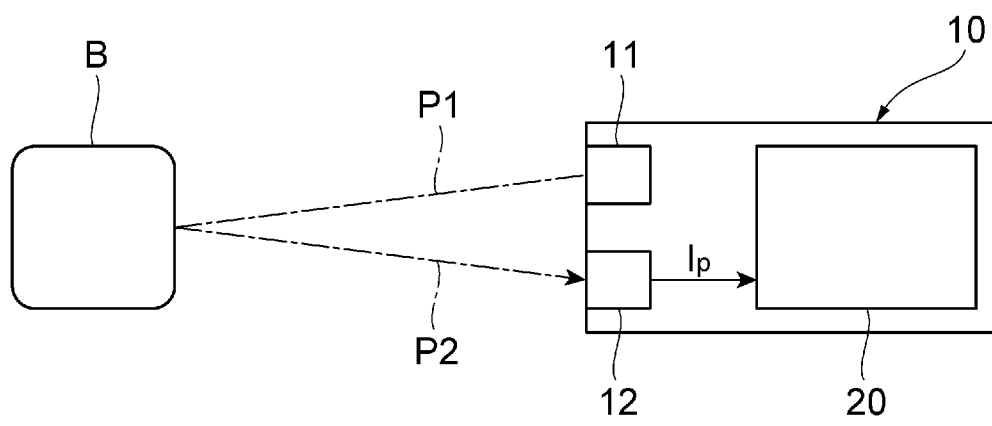
[請求項4] 測距対象物に向けて出射されたパルス光が前記測距対象物にて反射して戻るまでの飛行時間に基づいて前記測距対象物までの距離を測定する距離測定装置であって、

請求項1～3のいずれか一項に記載された信号処理回路と、

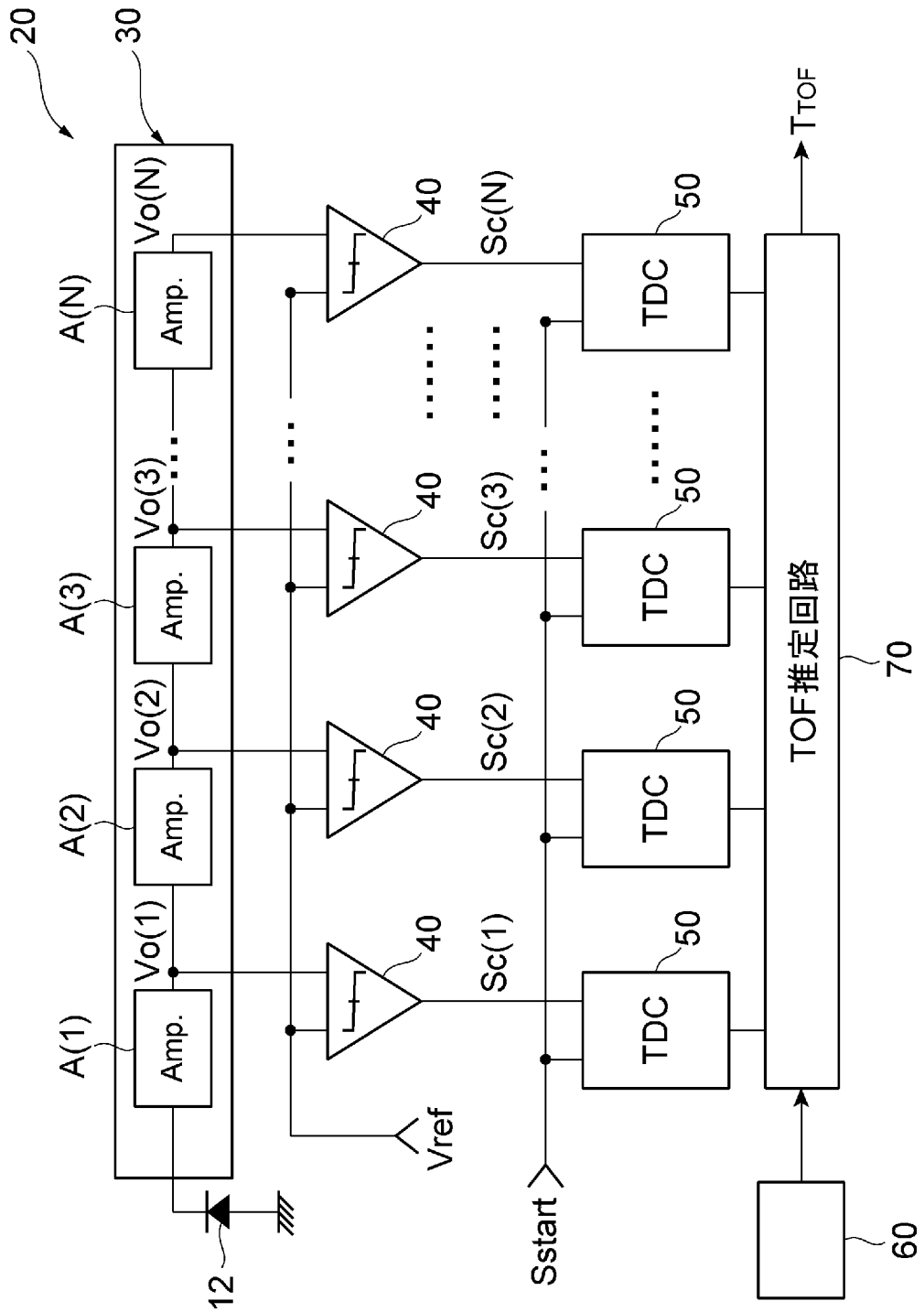
前記測距対象物に向けて前記パルス光を出射する光出射部と、

前記測距対象物において反射した前記パルス光を受け、該パルス光の光強度に応じた大きさの前記測定信号電流を生成する光検出部とを備えることを特徴とする、距離測定装置。

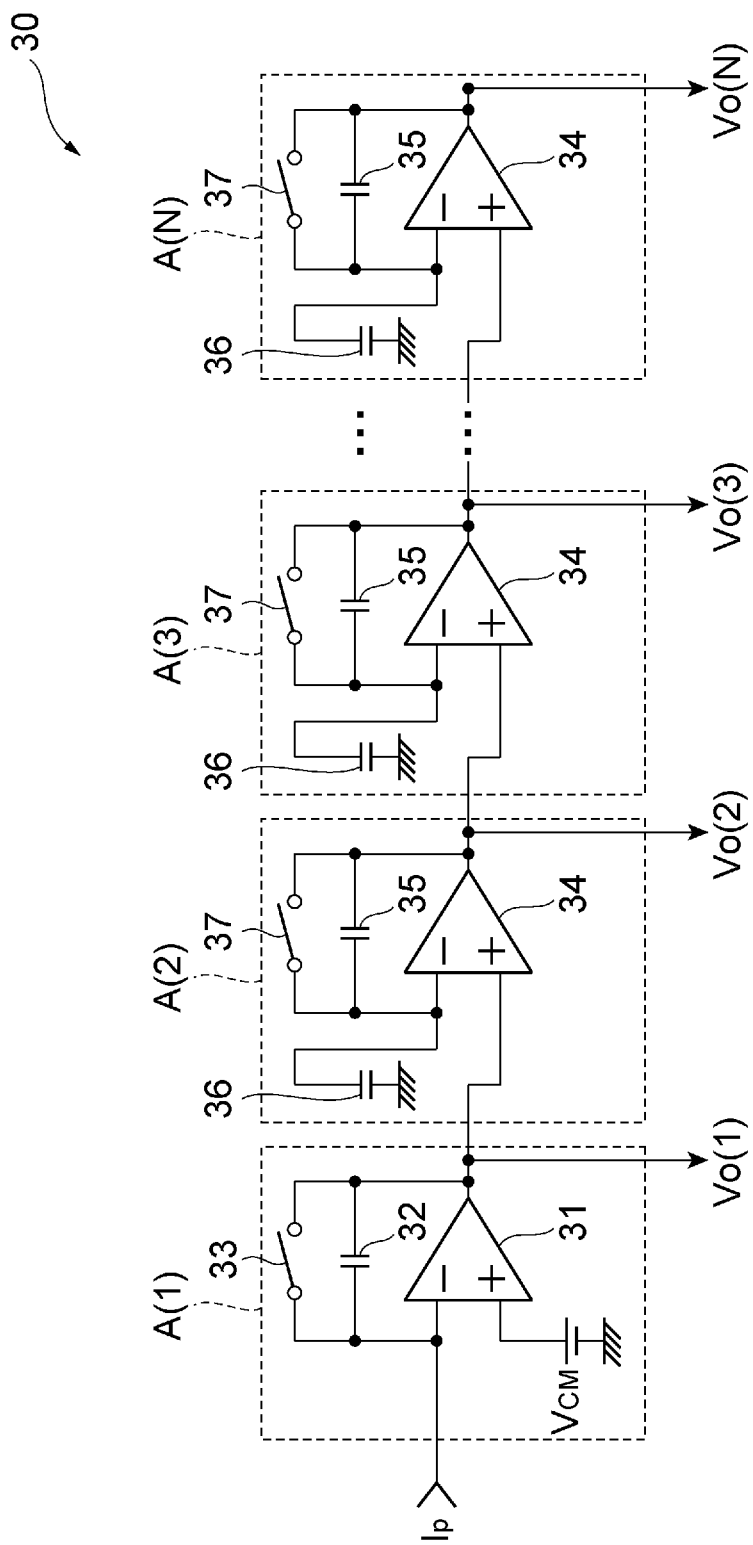
[図1]



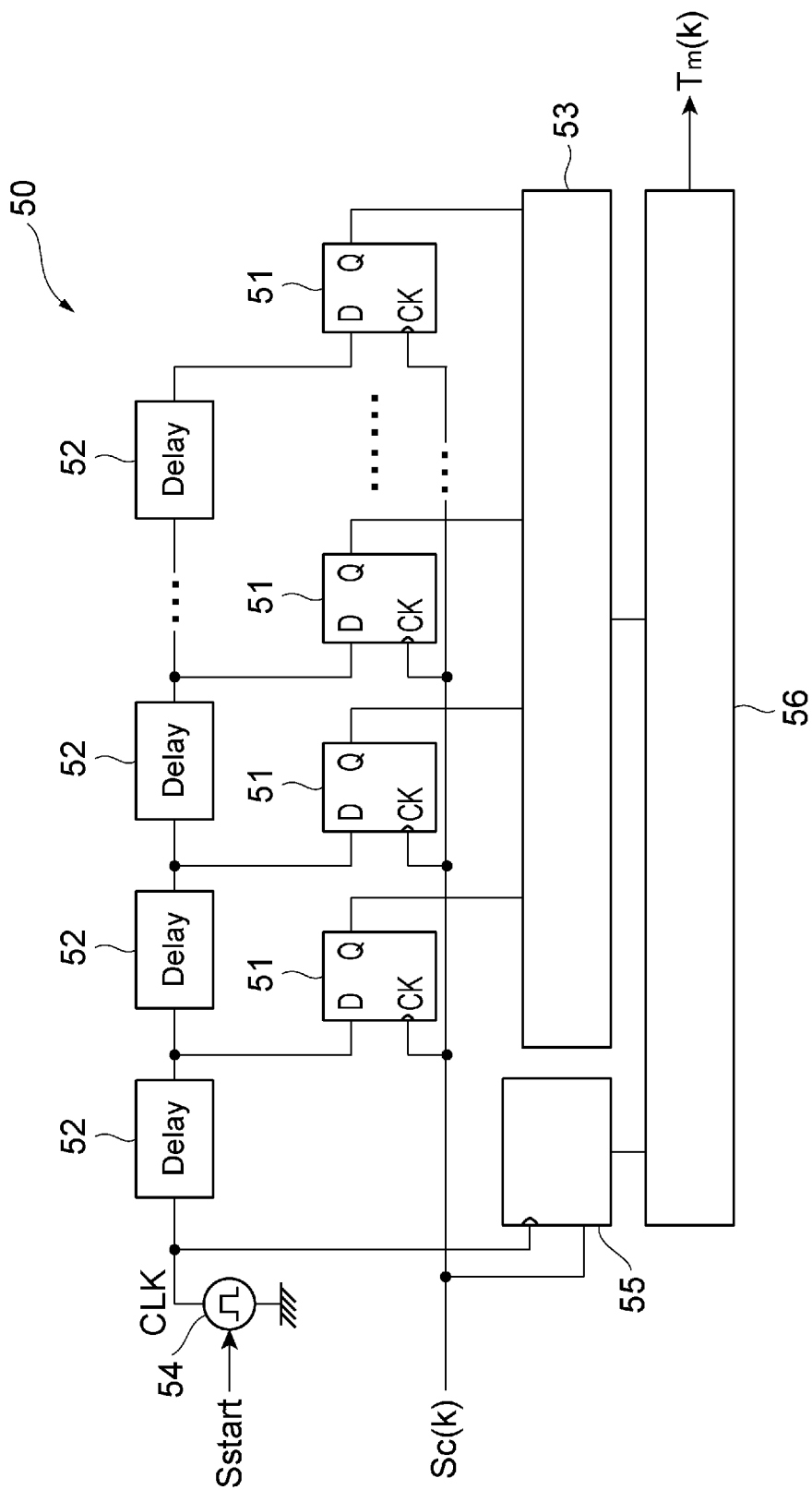
[図2]



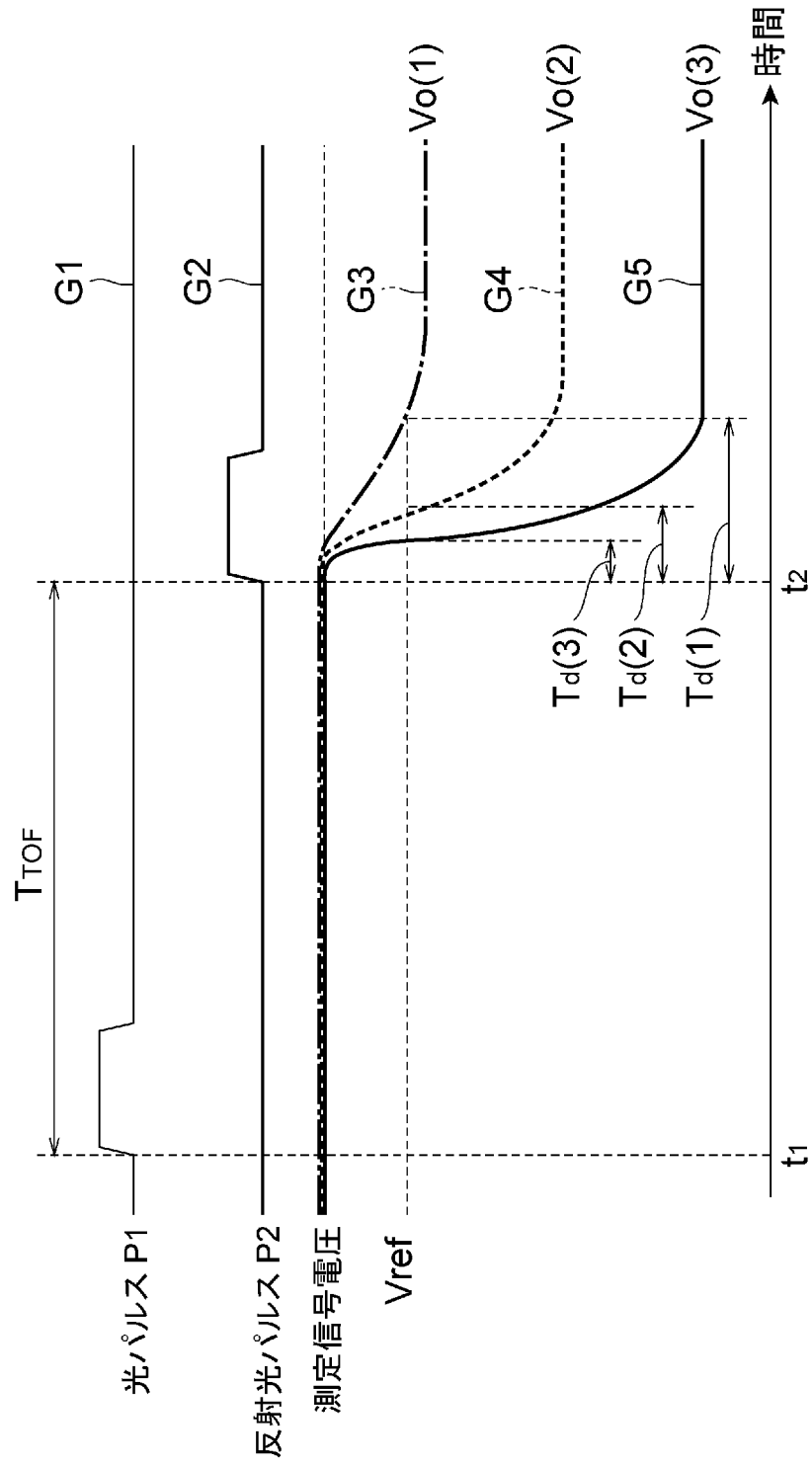
[図3]



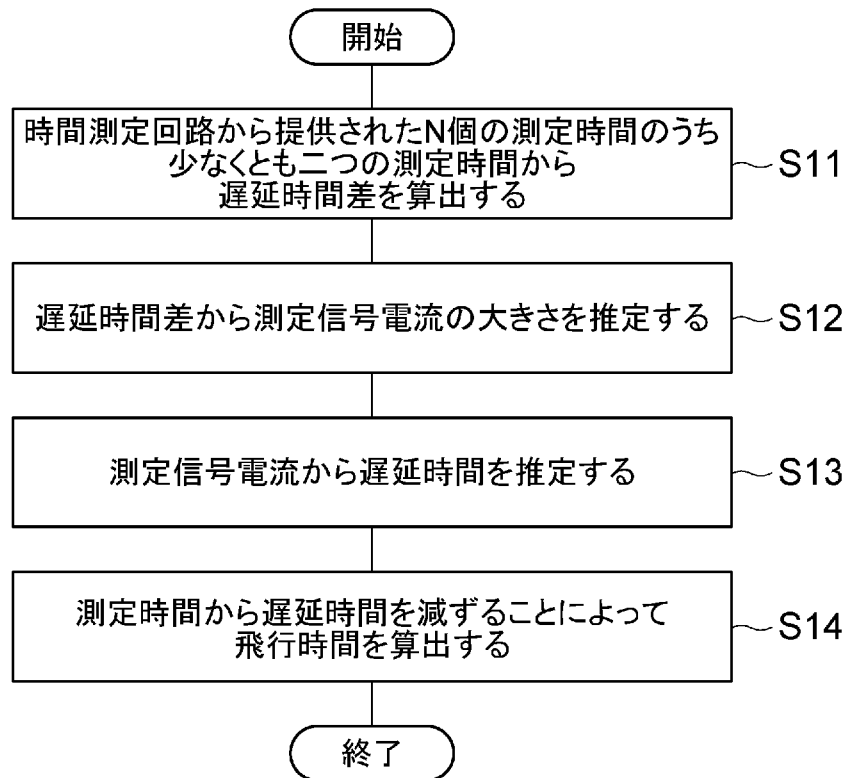
[図4]



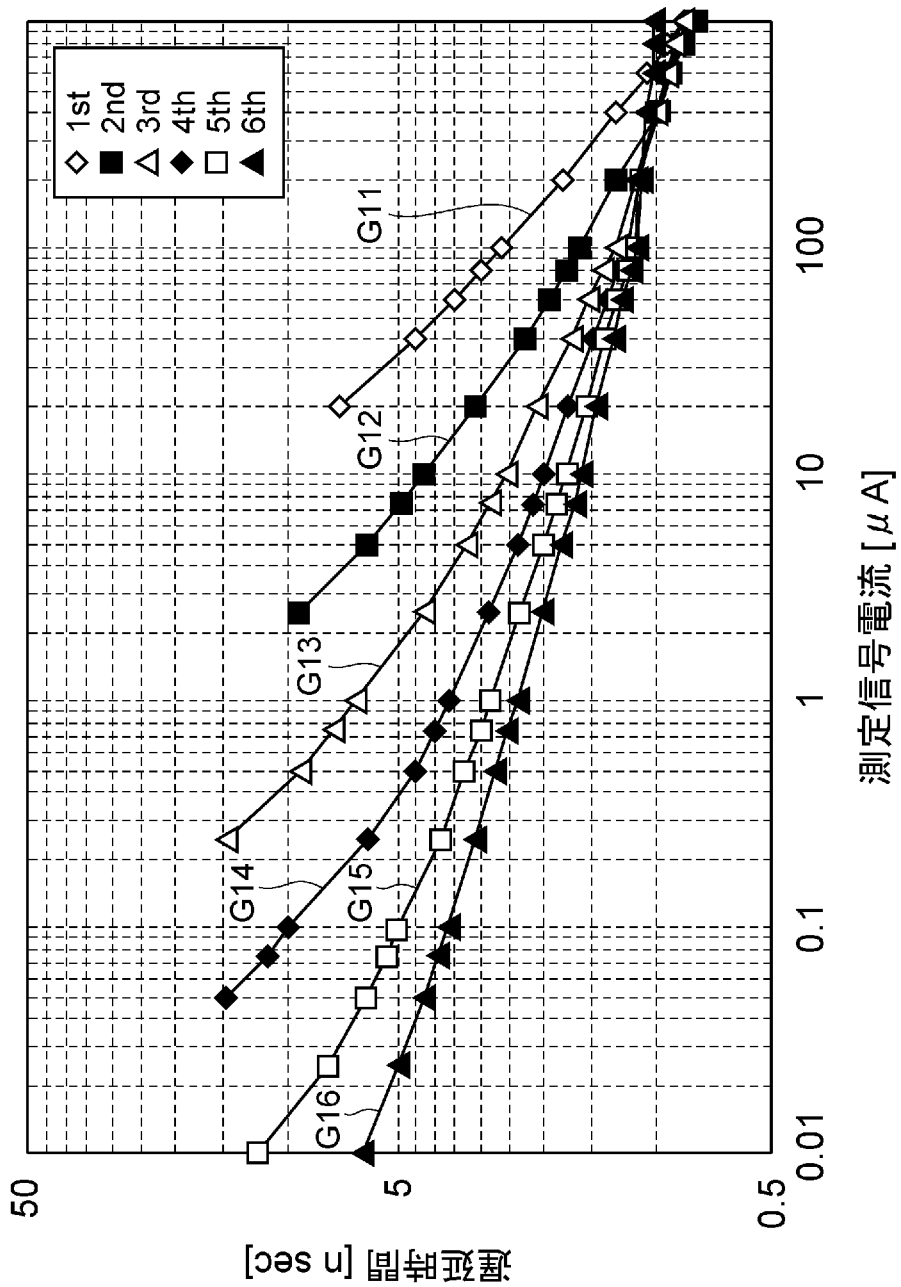
[図5]



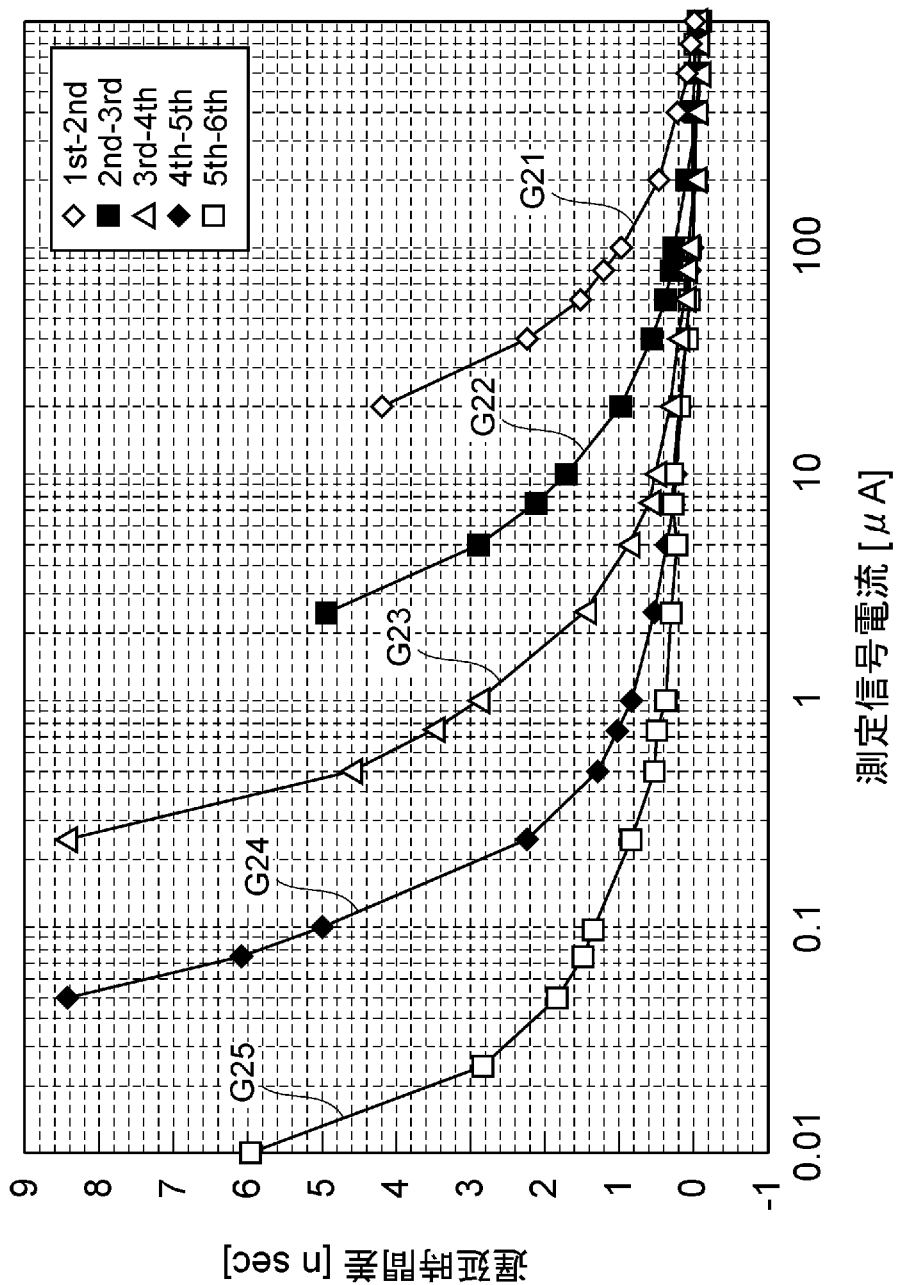
[図6]



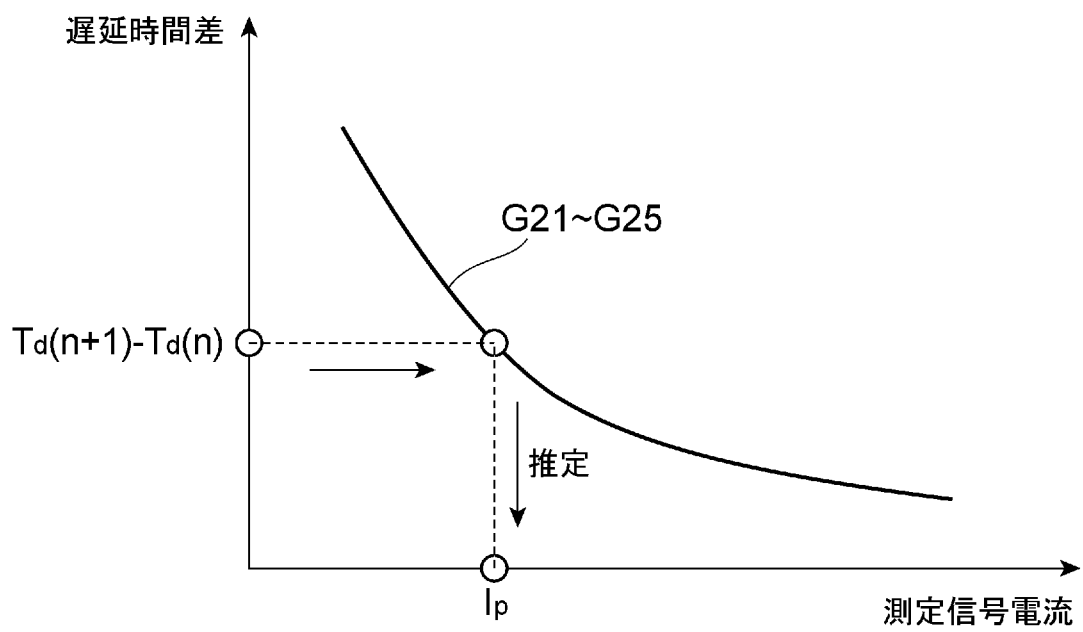
[図7]



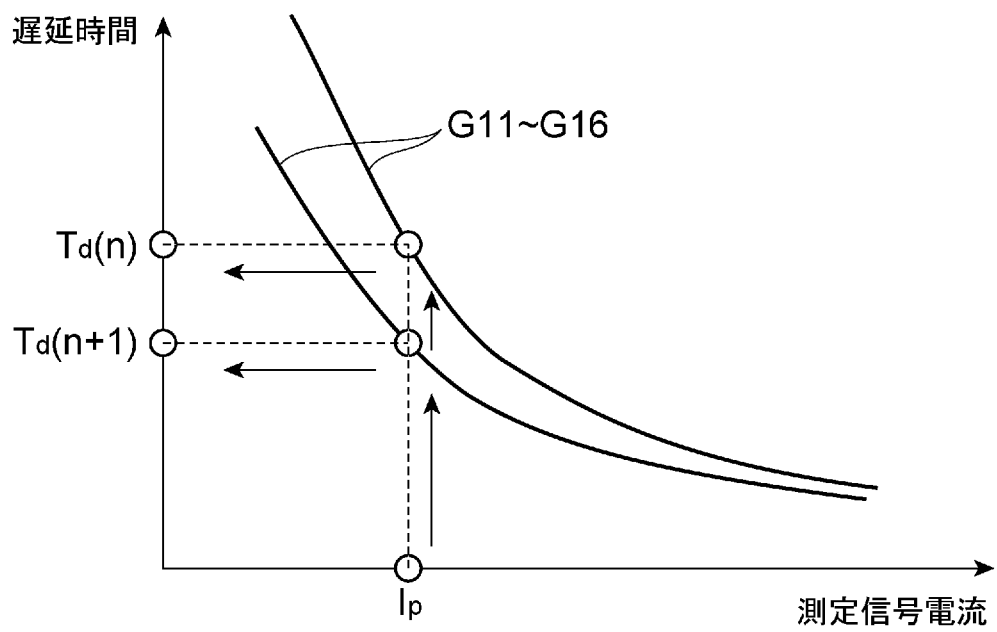
[図8]



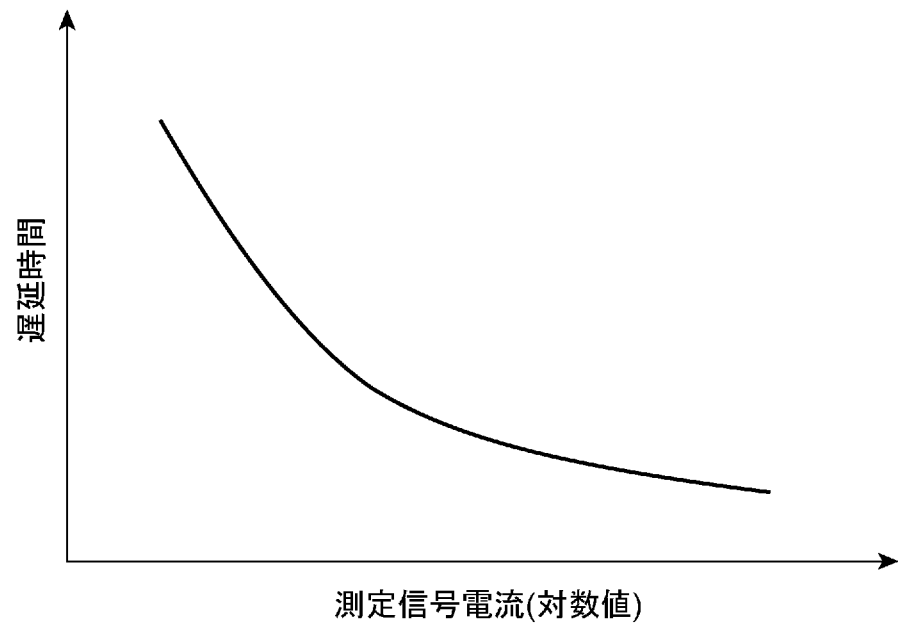
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S17/10 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S17/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-65678 A (Nippon Soken, Inc.), 20 March 1991 (20.03.1991), page 1, right column, line 9 to page 3, upper left column, line 19; fig. 1 to 10 (Family: none)	1-4
A	JP 7-35859 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 07 February 1995 (07.02.1995), paragraphs [0004] to [0028]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-4
A	JP 11-142519 A (Omron Corp.), 28 May 1999 (28.05.1999), paragraphs [0003] to [0012]; fig. 1 (Family: none)	1-4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 April, 2012 (04.04.12)Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055986

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-76145 A (Topcon Corp.), 03 April 2008 (03.04.2008), paragraphs [0005] to [0006], [0022] to [0031]; fig. 2 & US 2008/0068585 A1 & EP 1903354 A2 & CA 2602984 A & CN 101149431 A	1-4
A	JP 2003-75534 A (Omron Corp.), 12 March 2003 (12.03.2003), paragraphs [0002] to [0005], [0017] to [0020]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S17/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S17/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 3-65678 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1991.03.20, 第1頁右欄第9行-第3頁左上欄第19行, 第1-10図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 7-35859 A (スタンレー電気株式会社) 1995.02.07, 段落0004-0028, 図1-7 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 11-142519 A (オムロン株式会社) 1999.05.28, 段落0003-0012, 図1 (ファミリーなし)	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
04.04.2012

国際調査報告の発送日
17.04.2012

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)	2 S	3 2 0 6
中村 説志		
電話番号 03-3581-1101 内線 3258		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-76145 A (株式会社トプコン) 2008. 04. 03, 段落 0005-0006, 0022-0031, 図 2 & US 2008/0068585 A1 & EP 1903354 A2 & CA 2602984 A & CN 101149431 A	1 - 4
A	JP 2003-75534 A (オムロン株式会社) 2003. 03. 12, 段落 0002-0005, 0017-0020, 図 1-2 (ファミリーなし)	1 - 4